COMITATO DELLA PROVINCIA DI PAVIA

PER LA NAVIGAZIONE NELLA VALLE PADANA

PROGETTO DI MASSIMA

DEL

PORTO DI PAVIA

RELAZIONE DEL COMITATO

RELAZIONE DELL'ING. DARVINO SALMOJRAGHI

1911

SCUOLA TIPO-LITOGRAFICA FIGLI PROVVIDENZA

MILANO == VIA FILANGERI, 13 == MILANO

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA
Legato Anselmi
OA. - b -
1087

COMITATO DELLA PROVINCIA DI PAVIA

PER LA NAVIGAZIONE NELLA VALLE PADANA

PROGETTO DI MASSIMA

DEL

PORTO DI PAVIA

RELAZIONE DEL COMITATO

RELAZIONE DELL'ING. DARVINO SALMOJRAGHI

1911

SCUOLA TIPO-LITOGRAFICA FIGLI PROVVIDENZA

MILANO == VIA FILANGERI, 13 == MILANO

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA

COMITATO

Sindaco di Pavia: Comm. Ing. EMILIO FRANCHI MAGGI . . . . *Presidente*

LANZONI Ing. Cav. ANGELO . . . . . *Vice Presidente*

ANELLI Ing. FRANCESCO . . . . . *Membro*

BAGGINI LUIGI . . . . . »

BERRETTA Avv. CESARE . . . . . »

BERGAMASCO On. Gr. Uff. Ing. EUGENIO Sotto-segr. Stato Min. Marina »

CANDIANI Ing. LEOPOLDO . . . . . »

CATTANEO Ing. PIETRO . . . . . »

CELADA Ing. GIUSEPPE . . . . . »

CORNAGGIA Marchese On. CARLO OTTAVIO . . . . . »

CREDAZZI Ing. GUSTAVO . . . . . »

GIANZINI Ing. ORESTE . . . . . »

MAFFEI Ing. GIOVANNI . . . . . »

MAGNAGHI Nob. Cav. Ing. GIOVANNI . . . . . »

NOÈ Ing. FRANCESCO . . . . . »

ROVIDA PIETRO . . . . . »

SASSI Comm. EDOARDO Ingegnere Capo del Genio Civile di Milano . »

Sindaco di Vigevano: Cav. Avv. ZANETTI . . . . . »

Sindaco di Voghera: MARIO BARATTA . . . . . »

STURA Cav. FRANCESCO, Ingegnere Capo del Genio Civile di Pavia . »

SUPINO Prof. CAMILLO . . . . . »

DELL'ACQUA Cav. Ing. SIRO . . . . . » *e relatore*

SALMOJRAGHI Ing. DARVINO . . . . . *Autore del progetto*

RELAZIONE DEL COMITATO

Il Comitato della Provincia di Pavia per la navigazione nella Valle Padana, nella seduta del 3 giugno 1911, ad unanimità dei presenti, votò il seguente ordine del giorno:

« *Il Comitato, udita la dotta relazione dell'Ing. Cav. Siro Dell'Acqua* « *sul progetto del Porto di Pavia, delibera che essa venga stampata in* « *unione alla relazione tecnica del progettista Ing. Darvino Salmojraghi* ».

Fausto ed auspicatissimo il compito finale dei lavori di questo Comitato nel presentare al pubblico il progetto del *Porto di Pavia*, siccome destinato a segnare l'avvenimento di celebrazione del cinquantenario del Regno d'Italia all'Esposizione di Torino, associato alla risurrezione della navigazione interna della Valle Padana, sintonizzata questa tra Pavia e la gloriosa metropoli Piemontese col grandioso canale Torino–Pavia, quale venne studiato sulla tecnica moderna dai valenti ingegneri Corazza e Soldati, e tanto caldeggiato dalle rappresentanze tutte di Piemonte (1)

---

(1) Deliberazione 11 febbraio 1910 presasi a Torino tra le Autorità amministrative e Rappresentanze politiche delle zone interessate per la Navigazione interna del Po da Torino sino a Pavia all'indirizzo di Venezia e Milano:

« *L'Adunanza dei Rappresentanti politici ed amministrativi delle Provincie di Torino,* « *Alessandria, Novara, Pavia, considerato che la costruzione del canale navigabile Torino-Casale-* « *Pavia, secondo il progetto di massima degli Ingegneri Corazza e Soldati integrato con varianti* « *ed aggiunte con allacciamento ai bacini acquei minori segnatamente a quello del Tanaro, presenta* « *un prevalente interesse di difesa militare,*

« *Fa vivissima istanza al Governo del Re perchè in applicazione degli articoli 1 e 2 della legge* « 4 *gennaio 1910, la costruzione del canale Torino-Casale-Pavia venga iscritta nella prima classe* ».

Deliberazione 4 novembre 1910 presasi a Torino fra i Rappresentanti degli Enti interessati per la Navigazione interna delle Provincie di Torino, Alessandria, Novara, Pavia sull'oggetto di classificazione dei corsi d'acqua navigabili in questa regione:

« *Il Consesso riservata ogni proposta per la comunicazione della Valle Padana col mare* « *Ligure, delibera di insistere per intanto sul già votato canale Torino-Pavia secondo il progetto* « *Corazza e Soldati e sul canale di comunicazione col Lago Maggiore e confida di avere dal Comitato* « *locale di Torino la sollecita presentazione del progetto di comunicazione col mare Ligure per* « *farlo valere a tempo opportuno* ».

nella visione dei nuovi commerci nautici nell'Adriatico all'indirizzo del Levante.

Con questa data fatidica Pavia scioglie ad un tempo i precedenti voti esplicati in argomento e dalla propria Camera di Commercio (1) all'avvento della Ferrovia Milano-Genova (1861) e dal Municipio stesso, lorquando, patrocinatore Benedetto Cairoli, per la attivazione dei treni direttissimi ferroviarî Milano-Genova-Roma per Pavia, nella seduta consigliare del 10 gennaio 1877 si auspicò per la stazione di questa città l'allacciamento delle strade ferrate alla navigazione fluviale per Venezia coll'indirizzo commerciale al Levante per lo sviluppo più economico dei trasporti a vantaggio delle industrie nazionali (1).

Ed appartiene pure alla storia del Risorgimento italiano l'iniziale tentativo fatto con alti ideali di nazionalità dai sommi patrioti nostri, Porro, Confalonieri, Visconti e Pellico affiliati alla Lega dei Federali di Lombardia detta degli Ausonii, che sino dal 1820 subito dopo l'attivazione del Canale Napoleonico di Pavia, inaugurarono il primo viaggio nel giugno 1820 da Pavia a Venezia col battello a vapore denominato *Eridano* e così

---

(1) Relazione dei Commissari prof. comm. Codazza (relatore), prof. cav. Pasi, ingegnere Crespi, approvata dal Collegio degli Ingegneri di Pavia in seduta del 14 luglio 1861 e pubblicata sul giornale *Il Politecnico* di Milano dell'anno 1861. Nota a pagina 37: « *La stazione di Pavia coll'insenatura dello sbocco del Ticino potrebbe riuscire uno scalo nel Po alle riesportazioni da Genova per il Levante, nonchè a merci che venissero fin là per il Po a raggiungere la gran via terrestre per Genova o per Coira. Non è questa una concorrenza che possano temere le linee che conducono a Venezia, perchè ogni agevolezza offerta al commercio è a vantaggio generale ed il potere trarre sopra una direzione carichi che altrimenti non vi troverebbero la loro convenienza, facilita l'affluenza d'ogni genere. Ad alcuni articoli converrà il continuare il tragitto per via fluviale, ad altri arrivati coi medesimi trasporti marittimi sarà più conveniente prendere la linea di terra. Il canale di Birmingham a Londra in Inghilterra, i canali Mons-Condé e Charleroi a Bruxelles nel Belgio e quello d'Orleans in Francia, hanno accresciuto i loro redditi dopo compiute le linee ferroviarie* ».

(2) Nella Relazione della Giunta Municipale presieduta dall'on. conte Bernardo Arnaboldi Gazzaniga, approvata ad unanimità dal Consiglio Comunale, presente il consigliere on. Benedetto Cairoli, dopo essersi ricordato quanto già sin dal 1861 dalla locale Camera di Commercio era stato rilevato nella Relazione Codazza pel futuro allacciamento ferroviario alla Navigazione nell'interesse nazionale si soggiungeva: « *L'importanza di questa linea Milano-Pavia-Genova diventerebbe ora per Pavia assai maggiore se si consideri che oggi conta già una diramazione ferroviaria per Cremona, Mantova e Brescia, la quale è destinata a mantenere sempre più vivo uno scalo di merci provenienti per linea fluviale, tale da determinare la attivazione di* doks *in servizio alla grandiosa stazione centrale di Milano* ».

molti anni prima che comparissero i battelli a vapore sui laghi di Como, Maggiore e Garda (1). Ond'è che il risvegliare in oggi, in cui l'Italia celebra la fortunata sua unificazione, il movimento nautico per la vivificazione del mare Adriatico, che fu l'ispirazione sagace di quei primi suoi cooperatori per l'indipendenza italiana, vuol dire promuovere nel mare Adriatico il commercio dei prodotti nostri agricoli ed industriali all'indirizzo del Levante, base di quella economia di trasporti che dal Nestore degli economisti italiani, l'illustre on. Luzzatti, vien proclamata siccome la migliore àncora di salvezza per la prosperità di tante nostre industrie, in oggi sofferenti.

L'importanza del Porto di Pavia doveva essere innanzi tutto rilevata da questo Comitato con criteri moderni nautici e quale capolinea della navigazione fluviale con Venezia in allacciamento alle ferrovie, perdendo i fiumi Ticino e Po per le forti pendenze a monte di Pavia il carattere di navigabilità in alveo a corrente libera, e per la felicissima sua condizione di trovarsi sulla ferrovia del Gottardo-Genova-Milano. Ed è per questa speciale condizione di cose che sino dal 1861 la Relazione della Camera di Commercio di Pavia per l'indirizzo di questa linea ferroviaria al valico delle Alpi Elvetiche, additava la possibilità quivi dello smistamento delle merci provenienti dai porti di Genova e di Venezia tra la ferrovia e la navigazione. Epperò in oggi tanto più importante affacciasi lo studio di questo porto pel collegamento suo ai traffici provenienti da Torino pel Canale Pavia-Torino a risultanza del progetto di massima degli ingegneri Corazza e Soldati, siccome già approvato dal Comitato tecnico esecutivo del Ministero dei Lavori Pubblici in data 2 aprile 1908 in coordino al servizio di transito per Milano col Canale Napoleonico migliorato.

Questo canale studiato recentemente da apposita Commissione tecnica del Comitato Milanese di navigazione interna (2) pel detto migliora-

---

(1) All'Esposizione Internazionale di Milano del 1906 così figuravano le introduzioni dei primi battelli a vapore sui laghi nello scorso secolo:

Lago di Como: battelli a vapore *Lario* e *Plinio*, 21 novembre 1826.

Lago Maggiore: primo battello a vapore *Verbano* varato il 15 febbraio 1826.

Lago di Garda: primo battello a vapore *Arciduca Ranieri*, 12 settembre 1827.

(2) *Il Naviglio di Pavia nella soluzione del problema della Navigazione interna nella Valle Padana*. Relazione della Sotto Commissione, ingegneri: Candiani Leopoldo, Dell'Acqua cav. Siro, Chierichetti Carlo, Biancardi cav. Vincenzo capitano di Corvetta — Milano, 1906, Tipografia Figli Provvidenza.

mento, cui devesi riconoscenza per l'interessamento sommo dimostrato, e quindi diligentemente illustrato per integrazione di valutazioni tecniche dal distinto idraulico ing. Darvino Salmojraghi di Milano (1), con progetto di sua sistemazione riferita al tirante d'acqua di m. 1,50 già approvato con lode dal Comitato di Milano e dall'Ufficio Governativo del Genio Civile di Milano, potrà renderci un segnalato servigio ad importanti traffici con natanti di 150 tonnellate.

E qui devesi elogiare un'altra recente iniziativa del Comitato Milanese allo scopo di stabilire un accordo fra gli Enti locali interessati di Pavia e di Milano per la costruzione sulle basi della legge 2 gennaio 1910, n. 9, di un Ente esecutivo delle opere necessarie dirette ad ottenere il massimo ed efficace miglioramento di navigabilità del Naviglio Pavese e per la costruzione dei Porti di Pavia e di Milano (2). Con siffatto indirizzo è a credersi che il canale Naviglio di Pavia costituirà sempre in linea economica di trasporti una retrovia acquea al porto fluviale assai importante e pei commerci di Milano e per la comunicazione dei traffici nautici tra Torino e Milano.

Tale la previsione fatta sino dal 1816 dal Governo Austriaco, il quale, nel condurre a termine i lavori iniziati da Napoleone I, ritenne necessario di allargare l'ultimo tronco di Naviglio fra la strada provinciale Cremonese ed il confluente in Ticino a m. 29, da fungere anche quale bacino portuario a monte dell'ultima sua conca al confluente in Ticino.

In attesa pertanto che le draghe ordinate dal Governo, ora in azione sul basso Po, risalgano presto sino a Pavia, conquistando il fondale in magra di Po e Ticino almeno per m. 1,50 a risultanza degli studî fatti già dal Genio Civile di Pavia, si ritenne quale modulo di massimo tonnellaggio per le navi in arrivo da Venezia, quello adottato già nella Francia e nel Belgio delle 300 tonnellate. Su questo modulo la flotta delle navi in ferro a rimorchio della Società Anonima di navigazione interna, costi-

---

(1) *Allegato di nuovo regime del Naviglio di Pavia sistemato con tirante d'acqua di m. 1,50.* Relazione dell'ing. Darvino Salmojraghi — Milano, 1908, Tipografia Figli Provvidenza.

(2) *Rendiconto 7 aprile 1911 della Presidenza del Comitato di Milano per la Navigazione Interna per l'anno 1910.*

tuitasi in Milano col rogito Serina 1 luglio 1907, e della quale fanno parte anche il Comune ed il Comizio Agrario di Pavia è pronta ad entrare in servizio da Venezia sino a Pavia non appena sarà compiuto il regolare dragaggio in Po e Ticino (1).

Colla prospettata visione dell'ingrandimento della marina mercantile italiana nell' Adriatico mercè la funzione delle retrovie acquee padane dei porti di Venezia e Ravenna opportunamente sistemate così da permettere una regolare navigazione fluviale da quei porti marittimi sino a Pavia, è indubitato che quest'ultima stazione portuale assumerà grande importanza sia per smistamento di merci trasportabili in ferrovia a servizio delle due regioni piemontese e lombarda, sia quale emporio di mercanzie, tanto più attendibili allorquando i prodotti della penisola Balcanica come il carbone fossile e l'antracite, troveranno facile sbocco all'Adriatico colla costruenda ferrovia tra il Danubio ed il mare Adriatico. Allora, per questo movimento portuario di carboni vaticinato pure dall'illustre Paladini, professore d'idraulica nel Politecnico di Milano, nella conferenza tenuta in Padova al III Congresso della Società Italiana pel progresso delle scienze nel settembre 1909, sarà indispensabile l'impianto nel porto di Docks

---

(1) Ordine del giorno votato ad unanimità dall'Assemblea degli Azionisti della Società Anonima per la Navigazione Interna il 13 marzo 1911 in Milano:

« L'Assemblea, conscia delle difficoltà che presenta la navigazione da Venezia sino a Pavia « e delle conseguenze di esse, ricorda la disposizione dell'art. 35 *della legge 2 gennaio* 1910 N. 9 *« d'assegnamento del fondo di un milione sul primo esercizio a titolo di sovvenzione per allettamento alla sagace iniziativa privata e di Enti interessati per la più sollecita entrata in azione « della Navigazione Interna in Italia, delibera:*

« 1.° di instare presso il Governo perchè voglia conseguire il più presto possibile entro il « corrente anno il completo regolare dragaggio di Po e Ticino sino a Pavia onde assicurare in qualsiasi epoca dell'anno il richiesto fondale di navigazione almeno m. 1,50 *così ritenuto possibile « giusta i sapienti studii del Genio Civile »;*

« 2.° di appoggiare la richiesta di sovvenzione, a mente del precitato art. 35 *della legge di « Navigazione interna, degli Enti interessati locali per la più sollecita esecuzione di approdi razionali al confluente del Naviglio in Ticino in coordino al piano regolatore del progetto di porto « fluviale per allacciamento ad apposito binario ferroviario onde trasfondere le merci arrivabili « da Venezia alla rete ferroviaria di Piemonte e Lombardia a vantaggio di queste due cospicue Regioni industriali d'Italia che attendono dalla risurrezione della navigazione interna il sospirato « loro miglioramento ».*

e di Arsenali pel raddobbo delle navi in riparazione, al che pertanto il progetto del porto dovrà soddisfare.

Abbandonata dal Comitato l' idea, dapprima vagheggiata, di indire un concorso internazionale a premî per lo studio del progetto di porto moderno a Pavia con tutti quei perfezionamenti che sono additati dal progresso nautico all'estero, risorse la massima propugnata già di affidare l'incarico ad un tecnico italiano di fiducia del Comitato per riconosciuta valentìa in materia. E tutti si accordarono nel definire l'incarico ai distinti ingegneri Corazza e Soldati di Torino, quali autori del progetto summenzionato del canale Torino–Pavia. Se non che, avendo i prefati ingegneri declinato il fiducioso incarico per ragioni di ristrettezza del tempo prefisso, la stessa delegazione venne rivolta al distinto idraulico milanese ing. Darvino Salmojraghi che, per avere già studiato le riforme del Naviglio di Pavia col plauso e del Comitato di Milano e del Genio Civile, meglio degli altri era in grado di rispondere al nuovo incarico di integrazione di quello studio anche pel traffico in servizio del canale stesso.

La Commissione Tecnica consulente per lo studio del progetto del porto di Pavia, nominata in seduta del Comitato 24 settembre 1910, e costituita di tre ingegneri pavesi e due milanesi, nell'accingersi a fornire le direttive del progetto affidato alla valentìa del prefato ing. Darvino Salmojraghi, ebbe di mira innanzi tutto i giudiziosi propositi di prudenziale economia associata alla praticità dell'opera, già esternati dal Comitato in precedenti sue sedute, e cioè che il progetto avesse ad esplicarsi nella esecuzione in diverse fasi a seconda dei cresciuti bisogni del traffico.

La prima fase risponderebbe al programma minimo di urgente attualità pei provvedimenti d'approdo delle navi e di trasbordo delle merci sui carri ferroviarî mediante installamento di grue. La sistemazione quindi per ingrandimento del porto attuale del confluente del fiume, soggetto alle naturali oscillazioni del pelo d'acqua tra le magre e le piene, si presentava quale inizio delle opere richieste per soddisfare alle esigenze del servizio di navigazione effettuabile non appena compiuto il dragaggio in Po e Ticino. E così questo porto, già favorevolmente giudicato sino dall'epoca Napoleonica dall'illustre matematico Prony di Parigi, pel

momento potrà soddisfare ai bisogni più urgenti del paese foggiandolo colla nuova tecnica di approdi ad impalcatura in cemento armato ed applicazione di grue pei trasbordi in ferrovia. Questa tratta di porto fluviale sviluppabile nel fiume tra il confluente e la strada in costruzione del lungo Ticino nella città dovrà trovare l'opportuno suo raccordo dalla suddetta strada e l'allacciamento ferroviario per binario in distacco dalla ferrovia Pavia-Cremona scendente al confluente, in modo da sottopassare a Porta Garibaldi la strada provinciale, di conformità alle massime già emesse nelle discussioni preliminari del Comitato in seduta 4 dicembre 1909.

Alla seconda fase venne ascritta la trasformazione del bacino di Naviglio tra Porta Garibaldi ed il confluente, già previsto per questo uso dall'Austria in ampia darsena da fungere da porto pensile indipendente dalle piene del Po e Ticino, onde l'accostamento delle navi ai carri ferroviarî o tramviarî lungo le banchine trovasse un dislivello quasi costante come si ha negli scali merci delle stazioni ferroviarie, anche per facilitare le manovre di scarichi a mano sovra carri usuali per servizi locali. Ed in questa tratta di Darsena, era da studiarsi l'uscita di canali obliquati in sponda destra entro il sedime della fossa ex-fortilizia della città di Pavia onde fornire alle navi maggiori dimensioni di banchine in coordino ai fasci dei binarii paralleli d'allacciamento alla ferrovia.

A siffatta trasformazione dell'attuale bacino di Naviglio indispensabile si presenta il provvedimento di creazione di una nuova grandiosa conca di passaggio al fiume Ticino in dimensioni corrispondenti ai grandi natanti d'arrivo, mantenendosi però ancora l'attuale conca migliorata e col necessario fondale pel servizio temporaneo di navigazione nel canale durante il periodo di costruzione della nuova conca ed anche in seguito pel piccolo cabotaggio diretto a Milano, specie per condotte di ghiaia e sabbia dragate in Ticino.

La terza fase per branche di maggiore capienza quali si renderanno necessarie per trasporti grandiosi da Torino a Pavia, tenuto calcolo anche delle comunicazioni future fra Torino ed il Mare Ligure, da esplicarsi sulla sinistra della nuova darsena del Naviglio, ove le uscenti branche portuali troveranno la maggiore possibile distensione verso oriente e l'opportunità

di alimentazione d'acqua durante le epoche di asciutta del Naviglio da parte della R. Vernaola mediante allacciamento a nord della strada provinciale.

Su questo schema ebbe a basarsi il progetto che viene qui rappresentato e svolto dal progettista ing. Darvino Salmojraghi con apposita sua relazione tecnica peritale, con appoggio del voto favorevole della Commissione.

Sulla vagheggiata iniziativa del Comitato milanese di fare una esposizione dei due principali fiumi alpini *Ticino* ed *Adda*, quali potentissimi alimentatori della spina dorsale della navigazione Padana, sorse nell'aprile 1909 la proposta al Comune di Pavia di affermarsi con iniziativa propria, mediante assegno di un fondo di lire 2000 votato ad unanimità dal Consiglio Comunale, per lo studio di un porto sul Ticino foggiato sulla tecnica moderna affidandone l'incarico a questo Comitato Provinciale. Tale porto, rispondendo alla giusta visione di Pavia mercantile, capolinea della navigazione fluviale con Venezia, sintonizzata coll'italianità delle nostre commerciali aspirazioni nell'Adriatico verso il Levante, viene così a soddisfare ad un tempo ai voti espressi recentemente alla Camera di Commercio di Milano dal Comitato permanente italo-ottomano, per la penetrazione delle nostre merci nella penisola Balcanica, cui pienamente collima la navigazione interna a base di economia di trasporti.

La proposta del Comune di Pavia ebbe la fortuna di trovare favorevole appoggio anche presso gli Enti interessati del Piemonte, che diedero prova della loro adesione concorrendo generosamente nella spesa del progetto di questo porto.

L'idea originaria del Comitato milanese di una esposizione illustrativa del fiume Ticino a Torino può dirsi ora pienamente effettuata, perocchè mentre dalla città di Pavia si va a rappresentare il progetto del suo porto al giudizio del pubblico, è confortante rilevare come da parte del Governo siasi concorso a completare l'esposizione del fiume colla presentazione di una splendida corografia idrografica del Ticino tra il Lago Maggiore ed il Po, rilevata con tutta diligenza tra gli anni 1908 e 1910 dal Genio Civile di Pavia e di Milano, per una percorrenza di 114 chilometri, con disegni di plastico rilievo nella scala di: 1 a 10.000, con profilo longitudinale

e sezioni altimetriche trasversali in N. 250 delineate per ribaltamento sulla planimetria stessa. Devesi questo diligente lavoro alla sagacia dell'illustre capo del Genio Civile di Milano comm. ing. Edoardo Sassi, che già si era rivelato maestro in siffatti rilievi idrografici all'esposizione del Po a Piacenza con simili studii sul Po dalla influenza del Ticino sino verso Casale Monferrato, studii che furono premiati con medaglia d'oro.

1 Giugno 1911.

Ing. Siro Dell'Acqua
Relatore.

RELAZIONE DELL'ING. DARVINO SALMOJRAGHI

I.

PREMESSE

Lo studio del Porto di Pavia, così come venne proposto dal Comitato alla speciale Commissione consultiva ed al sottoscritto, offriva il campo a numerose investigazioni e determinazioni. Infatti nulla vi era stabilito sui punti più importanti di un tale studio, cioè ubicazione precisa del porto, tipo e potenzialità dei natanti, traffico probabile e prevedibile, natura del traffico, ecc.

Solo si diceva che il Porto di Pavia avrebbe dovuto essere in relazione colle tre linee navigabili facenti capo a Pavia rispettivamente da Venezia, da Milano e da Torino; linee delle quali la seconda solamente esiste, per esercizio di continuato regolare traffico, sebbene con natanti piccoli (tonnellate 50), ma oggetto già di studii e di progetti di ingrandimento, mentre per la prima e la terza non si hanno che studii e desiderata; i quali studii e desiderata approdano a risultati assai diversi: per l'alto Po sino a Pavia e Ticino in relazione al fondale di 1,50 ritenuto possibile in base agli esperimenti di dragaggio eseguiti dal Genio Civile di Pavia, si ammettono natanti di 300 tonnellate; nel canale Pavia-Torino, studiato dagli ingegneri Corazza e Soldati con fondale di m. 3 si aspirò a natanti di 600 tonnellate.

Ond'è che la probabile potenzialità di tali linee varia assai secondo le idee, i criterii, le previsioni dei diversi competenti che di esse si occuparono.

Compito primo pertanto nello studio del porto fu di concretare alcuni criterii fondamentali per contenere lo studio in limiti sempre più ristretti ed anche pratici.

Servì all'uopo il parere dei membri della Commissione, pratici delle condizioni locali e dei bisogni di Pavia, nonchè l'esempio di quanto si fa all'estero nei molteplici porti esistenti ed in corso di esecuzione.

Così, circa l'ubicazione, si vide subito che il porto poteva sorgere o lungo il Ticino o lungo il Naviglio, costituendo in questo caso un porto pensile, sia al confluente, sia a Porta Milano presso il parco ferroviario. A tale questione di luogo erano connesse quelle dei livelli d'acqua, dei natanti e del raccordo ferroviario, nonchè di sospensione di esercizio della navigazione durante le periodiche asciutte per spurghi e riparazioni del Naviglio di Pavia.

Per un porto lungo il Ticino ha grande importanza la variabilità del livello d'acqua, mentre il natante rimane suscettibile di varianti e quindi di ingrandimenti coll'andar degli anni. Per un porto pensile invece devesi determinare subito il tipo del natante in relazione alla conca d'accesso ed ai bacini artificiali del porto stesso.

Quanto al raccordo ferroviario, se esso si presentava assai facile con un porto pensile presso Porta Milano, la sua soluzione offriva invece maggiori difficoltà e spese coll'allontanarsi del porto stesso o col suo abbassarsi verso il Ticino.

Circa i diversi criterii necessarii allo studio della forma ed altimetria del porto, dei fondali, dello sviluppo di banchine ecc., possono così essere riassunti, coll'esempio, come si disse, di quanto si fa all'estero:

concepire largamente fin dall'inizio il porto da progettare in modo che sieno permessi futuri ingrandimenti, in principio non prevedibili;

grandi sviluppi di banchine ed ampii spazii per deposito di materiali ingombranti;

quota delle banchine anche inferiore alle piene più alte; magazzeni chiusi e tettoje possibilmente al sicuro dalle piene;

abbondanza di binarii e di gru; grandi specchi d'acqua per passaggio e stazionamento di barche; fondali maggiori di quelli della via navigabile.

II.

IDROMETRIA DEL TICINO AL CONFLUENTE

Per la questione assai importante dei livelli d'acqua in relazione al progetto di un porto lungo il Ticino o pensile, ha servito benissimo l'idrometro detto del confluente (situato cioè in Ticino appena a valle dell'ultima conca del Naviglio di Pavia) le cui osservazioni sono tenute regolarmente da oltre un cinquantennio per cura dell'Ufficio del Genio Civile.

Questo idrometro ha lo *zero* alla quota 55.41, secondo i capisaldi dell'Ufficio Tecnico Municipale di Pavia, ai quali capisaldi si è creduto opportuno riferire tutte le quote del progetto (mentre, secondo l'Ufficio del Genio Civile di Milano, questo zero avrebbe la quota 55.12).

L'oscillazione massima di livello d'acqua conosciuta è di m. 8,02 tra + 0,60 minima magra, e + 8,62 massima piena del 1857.

Per i *livelli di magra*, importanti solo per l'uso della conca al confluente (che dopo gli ultimi lavori eseguiti dal Genio Civile ha la sua platea a + 0,12 dell'idrometro, e quindi un tirante d'acqua minimo di 0,48) si è preso in esame un periodo di dieci anni dal 1901 al 1910. Fatto lo spoglio del numero di giorni nei quali il livello d'acqua si è mantenuto fra due determinate altezze dell'idrometro, a partire dal suo minimo livello (+ 0,60) fino ad un'altezza di + 2, si è trovato:

Altezza idrometrica	Corrispondente tirante nella conca	Numero di giorni in anno medio
< 0,60	< 0,48	0
da 0,60 a 1,12	da 0,48 a 1,00	30
da 1,12 a 1,62	da 1,00 a 1,50	103
da 1,62 a 2,12	da 1,50 a 2,00	71
> 2,12	> 2,00	161
	TOTALE . .	365

Tale ricerca sui livelli di magra ha però un interesse assai ristretto al caso nostro, poichè riguarda solo la eventualità che, o si voglia utilizzare la conca esistente per i natanti piccoli da introdurre nel porto pensile, od anche rimandare a tempo più lontano la costruzione di conca più ampia.

Come si vede, trascurando le dimensioni planimetriche della conca, questa potrebbe dar passaggio a natanti con immersione maggiore di m. 1,50 per circa otto mesi in anno medio.

Di assai maggiore importanza per lo studio del porto (tanto se pensile come se situato lungo il Ticino) è la ricerca della idrometria del fiume ad acque alte; epperò per le altezze superiori a 5 metri si è determinata la *linea delle tenute.*

E cioè per ogni anno del cinquantennio 1861-1910 si fece lo spoglio e quindi la somma dei giorni nei quali il livello d'acqua fu superiore ad una determinata altezza idrometrica; dividendo poi questa somma di giorni per il numero degli anni considerati (50), si ebbe il numero dei giorni nei quali *in anno medio* un dato livello fu superato.

Nel diagramma allegato, le ordinate sono le altezze idrometriche, ed in fianco ad ognuna di esse si legge (come ascissa) il numero di giorni nei quali, in anno medio del cinquantennio, detta altezza idrometrica fu superata.

E così, per esempio, si ricava che il fiume si mantenne ad un'altezza maggiore:

di	m.	5,00	per	giorni	5.74
»	»	5,50	»	»	3,00
»	»	6,00	»	»	1.68
»	»	6,50	»	»	0.66
»	»	7,00	»	»	0.26
»	»	7,50	»	»	0.10

in anno medio del cinquantennio

Oltre che le tenute però, è necessario anche conoscere la frequenza delle piene; per semplicità si considerano solo le piene con altezze idrometriche maggiori di 5, 6, 7, 7,50, 7,80 (quest'ultima ha importanza, poichè, come si vedrà poi, rappresenta la quota delle banchine del porto).

Mentre poi per le piene superanti i 5 e 6 metri di altezza si è considerato ancora il cinquantennio 1861-1910, invece per le piene maggiori si è estesa

la ricerca fino al 1839 (e quindi per ben 72 anni) essendosi verificate in quel periodo anteriore al cinquantennio diverse forti piene.

Dall'esame delle effemeridi idrometriche risulta che in 50 anni vi furono:

N. 23 piene superiori ai m. 5,00 dell'idrometro
» 17 » » » » 6,00 »

ed in 72 anni:

N. 9 piene superiori ai m. 7,00
» 5 » » » » 7,50
» 3 » » » » 7,80

Applicando poi a questi dati di frequenza quelli delle tenute medie del cinquantennio sopra determinati, si ricavano le tenute di ogni piena, cioè il tempo durante il quale ogni piena si mantenne superiore ad una data altezza.

Il tutto può riassumersi nella seguente tabella:

Piene con altezza maggiore di		Numero delle piene	Frequenza delle piene	Tenuta ossia durata media di ogni piena
Altezza idrometrica	Quota			
5,00	60,41	N. 23 in 50 anni	N. 1 ogni 2 anni	giorni 11.5
6,00	61,41	» 17 » » »	» 1 » 3 »	» 5.–
7,00	62,41	» 9 » 72 »	» 1 » 8 »	» 2.6
7,50	62,91	» 5 » » »	» 1 » 14 »	» 2.4
7,80	63,21	» 3 » » »	» 1 » 24 »	» 1.5

Si può quindi concludere che una piena maggiore di 5 e 6 metri è cosa normale; una maggiore di 7 metri è rara; una maggiore di 7,50 è rarissima, ed infine una maggiore di 7,80 è eccezionale.

III.

UBICAZIONE DEL PORTO

Diverse soluzioni si presentano possibili:

1.° *Porto sulla linea fluviale* di navigazione, cioè lungo il Ticino, utilizzando il fiume stesso come bacino portuale;

2.° *Porto interno* o a bacino, costituente cioè un allargamento del fiume al suo stesso livello;

3.° *Porto pensile* in prossimità del fiume, e ad esso collegato mediante una sola conca, utilizzando quindi l'attuale bacino del confluente;

4.° *Porto pensile* presso Porta Milano, e cioè in posizione elevata rispetto al fiume, e ad esso collegato mediante una serie di conche, ma allo stesso livello delle strade più importanti, della ferrovia e del tram.

Si vede subito come la quarta soluzione, che sarebbe ottima per la possibilità di eseguire gli scarichi a livello, perchè il sollevamento delle barche avviene a mezzo dell'acqua, richiede d'altra parte l'ingrandimento di quasi due chilometri di Naviglio e la ricostruzione di cinque conche.

La seconda soluzione è pure da scartare, in quanto richiederebbe forti quantitativi di scavi subacquei e murature, senza sottrarre il porto alle oscillazioni di livello; d'altronde, data l'ampiezza del fiume, non si sente proprio il bisogno di un ulteriore ampliamento.

Restano quindi da considerarsi la prima e la terza soluzione.

Il porto lungo il Ticino, per il quale v'è località ampia per il transito senza ostacolo per gli approdi, permette un aumento futuro di tonnellaggio dei natanti, non obbliga a perditempi i convogli che da Venezia fossero diretti a Torino o viceversa; richiede però la costruzione di banchine elevate, e quindi di muri di sponda; obbliga inoltre ad eseguire tutti gli scarichi a mezzo gru, essendovi forte sollevamento sopratutto ad acque basse.

La località poi per un tale approdo lungo il fiume non potrebbe essere che quella compresa tra la conca del confluente ed il punto dove cominciano i bastioni della città, e dove si sta costruendo la nuova strada di circonvallazione per accesso al Lungo Ticino, con lunghezza di qualche centinaio di metri.

Si potrebbe è vero profittare anche del Lungo Ticino che la città ha in animo di costruire ed ha già parzialmente iniziato per raccordare la suddetta strada di circonvallazione al Ponte Vecchio, il che costituirebbe anche un'economia di spesa. Ma oltre che forse non è conveniente nè desiderato turbare con binari e banchine di scarico quello che dovrebbe essere un pubblico passeggio, vi è anche la difficoltà dello spazio, essendo questo in alcuni punti troppo ristretto per il doppio uso che se ne vorrebbe fare.

Il porto pensile presso il bacino del confluente, se obbliga tutte le barche a passare per la conca (1) e limita quindi la potenzialità futura dei natanti alle dimensioni della conca, ed il traffico al numero delle concate che ivi si possono fare anche in relazione alla quantità d'acqua che si avrà disponibile, d'altra parte offre il vantaggio di rendere possibile forti sviluppi di banchine e quindi ampliamenti futuri, e di essere al di fuori delle normali oscillazioni del fiume, permettendo così anche un eventuale scarico a mano, che potrebbe essere assai vantaggioso per i materiali da costruzione, ghiaia e sabbia.

Per ragioni costruttive però (e cioè per non elevare troppo il livello d'acqua in questo bacino arginato) non si possono ottenere completamente tutti i vantaggi proprii ad un porto pensile, quali specchio d'acqua indipendente da ogni piena ed a livello dei binarii e delle strade.

Visto pertanto che entrambi i sistemi di porto hanno vantaggi e svantaggi ; che il porto in Ticino dovrebbe essere limitato ad un approdo di poco più di 200 metri, senza possibilità di ampliamenti futuri ; visto che

---

(1) L'on. comm. ing. SANJUST DI TEULADA nella sua Comunicazione al Congresso di Navigazione interna in Ferrara (1910) ammette la possibilità in tesi generale di una conca per servizio di un porto.

invece un porto (in modo speciale nel caso nostro che siamo tutt'ora in periodo di studio) deve permettere non uno, ma parecchi ampliamenti ; visto infine che appunto per tale ragione può essere opportuna una esecuzione in diversi periodi di tempo; così si è creduto progettare tanto il porto lungo il Ticino, quanto il porto pensile, dei quali pertanto il primo rappresenterebbe un primo periodo di esecuzione con spesa d'impianto limitata ed in relazione al traffico che per ora potrà verificarsi, ma che sarà ancora modesto, ed il secondo invece dovrebbe essere destinato per i futuri ampliamenti e commisurato all'aumento del traffico ed alla potenzialità delle vie navigabili, che avranno avuto tempo di essere definitivamente stabilite.

IV.

ALTIMETRIA DELLE BANCHINE DEL PORTO

Debbono tali banchine essere superiori alle acque alte ed alle piene normali, ma possono essere superate dalle piene straordinarie ed eccezionali ; nulla di male cioè che le banchine, e quindi i binarii ed i piazzali vengano qualche volta, a lunghi intervalli e per breve durata di tempo, allagati.

I magazzeni invece, il cui pavimento è solitamente legato a quello dei binarii da un dislivello fisso di m. 1,05, debbono trovarsi assolutamente fuori delle piene.

Tenuto conto che la massima piena conosciuta è quella del 1857, con altezza idrometrica di 8,62, si è fissato il pavimento dei magazzeni e delle tettoje all'altezza di m. 8,85 (cioè con 23 centimetri di franco sulle piene) e di conseguenza le banchine a 7,80 (quota 64,26 e 63,21 rispettivamente).

Per l'approdo in Ticino nulla vi è da obbiettare circa questa quota, essa è di poco (80 centimetri) inferiore a quella del Lungo Ticino progettato; il quale d'altronde non è in continuazione nè in diretta comunicazione

colla banchina, e si presta anche bene al raccordo ferroviario. Una banchina più bassa qui non avrebbe ragione di essere, in quanto che lo scarico deve già aver luogo con discreto sollevamento, almeno in epoca di acque magre, e quindi a mezzo di gru.

Altrettanto invece non può dirsi per il porto pensile, il quale fra i suoi vantaggi, dovrebbe annoverare specialmente quello di uno scarico a livello. Ma ciò dipende dalla possibilità e convenienza di elevare il pelo d'acqua.

Per un facile scarico a livello, occorre il pelo d'acqua a non più di 50 centimetri sotto le banchine, cioè ad un'altezza idrometrica di 7,30 (quota 62,71). Il livello d'acqua attuale nel Naviglio al bacino del confluente è a 4,70-4,80; si tratterebbe quindi di effettuare un rialzo d'acqua di m. 2,50–2,60.

La cosa è certo costruttivamente possibile, trattandosi solo di rialzare argini e muri contenitori ; ma si va quasi ad allagare gli stabili più vicini (Officina Gaz, Cantiere Belloni, Officine Elettrotecniche).

C'è inoltre a temere (per l' aumentata pressione) una effiltrazione d'acqua attraverso il fondo e le sponde in località dove il terreno naturale è assai basso, e tutta l'opera del porto in rilevato; donde possibilità di allagamenti e danni ai terreni circostanti più depressi, e perdite d'acqua, la quale è assai preziosa per il servizio delle conche, servizio che in seguito diventerà più oneroso per maggiore consumo d'acqua per concata.

Naturalmente fra il livello attuale e quello che sarebbe desiderabile raggiungere, vi è una posizione intermedia che non produce allagamenti e che si può supporre non causi perdite, e che d'altra parte sia accettabile rispetto alle banchine di approdo.

Si è perciò venuti alla conclusione di rialzare il livello attuale di un metro circa (massimo ritenuto compatibile cogli inconvenienti di cui sopra), fissandolo quindi a 5,80 (quota 61,21) con l'unica conseguenza, rispetto a quanto già esiste, di dovere togliere o rialzare l'ultimo ponticello alla conca di Porta Garibaldi, onde permettere l' accesso delle barche (tale soppressione d'altronde venne già chiesta dal Comitato Pavese) (1).

---

(1) Relazione 29 gennaio 1906.

Con tale livello d'acqua la banchina fissata a 7,80 (quota 63,21) presenterebbe un salto di 2 metri, da superare quasi sempre a mezzo di gru.

Siccome però è anche a prevedersi ed è desiderabile uno scarico a mano, e cioè a livello, a tal uopo si è pensato destinare una parte del porto pensile, facendolo senza magazzeni, e colla banchina a 50 centimetri soltanto sopra il pelo d'acqua (cioè a 6,30; quota 61,71).

Secondo il risultato delle ricerche idrometriche, questa banchina più bassa di una parte del porto pensile (61,71) sarebbe sorpassata dalle piene una volta ogni 5 anni circa, con una durata media per ciascuna piena di giorni 4,3.

La banchina più elevata della residua parte del porto pensile e del molo in Ticino (63,21) sarebbe superata dalle piene una volta ogni 24 anni, con durata di giorni 1,5 per piena. Trattasi cioè di un allagamento dei binarii e dei piazzali talmente raro ed eccezionale, che non può preoccupare assolutamente.

V.

NATANTI

Il Porto di Pavia, come si disse, dovrebbe essere il centro di tre vie navigabili verso *Milano*, *Venezia* e *Torino*.

Per la prima linea *Pavia-Milano*, esiste già il Naviglio capace ora di natanti di 40-50 tonnellate. Gli studii fatti dai Comitati locali (1) prevedono la possibilità di farlo percorrere da natanti di 120-150 tonnellate

---

(1) Comitato locale di Milano per la Navigazione Interna; Sotto-Commissione pel Naviglio di Pavia. Relazione 21 settembre 1906 e 31 dicembre 1907.

mediante espurgo e parziale abbassamento di fondo, rialzo del pelo d'acqua e delle sponde, che assicurino il fondale di m. 1,50, ed allargamento di qualche breve tratta, il tutto con spesa relativamente modesta, sì da porre questa sistemazione del Naviglio di Pavia fra quelle di più probabile e prossima attuazione.

Per la linea *Pavia-Venezia*, la potenzialità dei natanti dipenderà dal fondale che si potrà ottenere nel Po. Gli studii fatti finora aspiravano sempre a condurre nel Po verso Milano natanti di 600 tonnellate; non così però per il tronco del Po oltre Pizzighettone fino a Pavia, dove si era proposto il secondo tipo di natante, cioè da 250 tonnellate (1).

I dragaggi finora eseguiti però lasciano scettici molti competenti circa la possibilità di ottenere ovunque il fondale di 2 metri necessario per i natanti di 600 tonnellate.

Ad ogni modo per il tronco Pizzighettone-Pavia ormai si ritiene che si potrà già essere contenti di arrivare ad un fondale di m. 1,50, e così infatti si esprime l' egregio ing. E. Sassi, competentissimo in materia, anche perchè fu esecutore di dragaggi ed è pratico della località, siccome già ingegnere capo del Genio Civile di Pavia (2).

La linea *Pavia-Torino* dapprima si limitava a Casalmonferrato, con natanti di 100 tonnellate (3); più tardi veniva spinta fino a Torino, a mezzo di costruendo nuovo canale (progetto Corazza-Soldati in data 4 febbraio 1905) (4).

E questo canale era studiato in relazione alla barca tipo da 250 tonnellate della Relazione del 1903, con lunghezza di m. 32,50, larghezza di m. 6,50, immersione di m. 1,90: ciò non di meno le conche furono

---

(1) *Atti della Commissione Esecutiva per lo studio della Navigazione Interna*. Relazione generale, 1903.

(2) Comunicazione dell'ing. Sassi al I Congresso Italiano della Società per il Progresso delle Scienze a Parma nel 1907, sotto il titolo « *Il problema tecnico sulla Navigazione Interna* ». Anche nel *Monitore Tecnico* 10 dicembre 1907 e seguenti.

(3) *Atti della Commissione Esecutiva per lo studio della Navigazione Interna*. Relazione del Presidente, 1903.

(4) *Atti del Comitato Tecnico Esecutivo* — Roma, 1905, vol. IV: « Navigazione da Casalmonferrato a Torino », Allegato *B*.

progettate con maggiori dimensioni e cioè lunghezza m. 38,50, larghezza m. 7,20, tirante m. 2,20, mentre il canale ha dimensioni e quindi capacità maggiori ; donde il voto del relatore ing. Mazzini e del Comitato Tecnico esecutivo (che approvò il progetto in data 4 aprile 1905), di rendere capace questa linea navigabile anche a barche di 600 tonnellate (1).

Ma venne poi il nuovo progetto Corazza-Soldati in data 21 agosto 1906 (2) per il prolungamento del canale da Pavia a Casale, che a norma dei precedenti deliberata, venne studiato per barca da 600 tonnellate, e così infatti si esprimono i progettisti : « Abbiamo creduto di prescindere « dallo studio particolareggiato dei manufatti ed in ispecial modo delle « conche, per le quali, in attesa che venga fissato il tipo definitivo della « barca da 600 tonnellate, abbiamo limitato il nostro compito a presentare « un modulo con dimensioni regolate sul tipo di barca da 600 tonnellate « quale venne indicato dalla prima Commissione Governativa ».

Se ora diamo uno sguardo all'estero, colla scorta specialmente della pregevole relazione sui natanti fatta dall'ing. Fiorenzi-Martorelli (3), troviamo che i tipi di barche sono numerosi e svariatissimi, e ben scrisse l'egregio relatore che: « durante la evoluzione cui si è andato incontro « in questi ultimi anni, ogni fiume ha conservato il suo tipo di barca, tipo « che la lunga esperienza ha riconosciuto il migliore, secondo le correnti, « secondo le profondità, secondo i traffici ».

Fra i natanti del tonnellaggio che ci interessa abbiamo:

---

(1) *Atti del Comitato Tecnico Esecutivo* — Roma, 1905, vol. IV: « Navigazione da Casalmonferrato a Torino », Allegato *A*.

(2) *Atti del Comitato Tecnico Esecutivo* — Roma, 1909, vol. III : « Sistemazione del Po in regolare alveo di magra; canali laterali », Allegato *A*.

(3) *Atti della Commissione inviata a compiere studii all'estero.* « I Natanti » — Giugno 1907.

	DIMENSIONI			PORTATA
	Lunghezza m.	Larghezza m.	Immersione m.	Tonnellate
Baquet d'Arras sulla Schelda superiore	34,50	5,00	2,10	315
Pèniche de Tournai sulla Schelda inferiore	35,00	5,00	1,80	325
Hane sulla Mosa canalizzata . .	38,50	5,00	1,90	280
Maaspits sulla Mosa canalizzata .	43,00	5,00	1,90	330
Fox Terrier sulla Mosa canalizzata	38,50	5,00	1,90	260
Peinte sulla Senna e Mosa . . .	38,50	5,00	1,80	337
Flüte sulla Senna e Mosa . . .	38,00	5,02	1,60	290
Barca dell'Oder	47,00	6,40	1,50-1,70	300-350
Barca del Danubio (tipo minore)	49,00	6,20	1,80	350
Barca del tipo De Mas	38,50	5,00	1,80	328

Come si vede, questi diversi tipi di natanti oscillano fra i seguenti limiti:

lunghezza da m. 34,50 a m. 49,00
larghezza » » 5,00 » » 6,40
immersione » » 1,50 » » 2,10
tonnellaggio » tonn. 260 » tonn. 350

mentre il tipo n. 2 della Commissione Romanin-Jacur del 1903 aveva le dimensioni rispettivamente di 32,50, 6,50, 1,90 e una portata di 250 tonnellate.

Non è certamente il caso di entrare in maggiori dettagli di ricerche su questo argomento. Il tipo di barca che dovrà percorrere le vie navigabili della Valle Padana è ancora da stabilire definitivamente, in relazione alle conche d'entrata dalla laguna ed agli effetti del dragaggio nel Po.

Considerando però, che il porto di prima esecuzione sarà lungo il fiume e quindi libero ad ogni barca, e quindi anche a quelle da 600 tonnellate provenienti dal canale Torino-Pavia; che anche il porto pensile avrà dimensioni e profondità tali da ricevere natanti assai superiori a quelli di 300 tonnellate (e ciò per il concetto generale che ogni porto deve essere studiato

con previsioni di futuri ampliamenti), non rimane allora che una sola opera collegata colle dimensioni del natante, la nuova conca al confluente, e per poterla progettare si fissano ora le dimensioni del natante in circa m. 38,00, 5,80, 1,60, con portata di 280-300 tonnellate.

Ma preme fin d'ora mettere bene in chiaro che questa conca non dovrà essere costruita che nel secondo periodo, che molto tempo ancora deve scorrere prima di dar mano alla sua esecuzione, e che si sarà quindi sempre in tempo di modificarne le dimensioni in relazione al tipo di natante definitivamente adottato.

VI.

RACCORDO FERROVIARIO

Non si è ancora parlato dettagliatamente del raccordo ferroviario, ma se ne è tenuto conto nelle ricerche finora fatte circa l'ubicazione e l'altimetria del porto.

Esso è senza dubbio la parte essenziale di un porto, poichè da esso dipende l'alimentazione del porto stesso.

A Pavia venne recentemente costruita la stazione merci a P. V. con grandi fasci di binarii presso Porta Milano, ed ivi anzi le Ferrovie dello Stato avevano già disposto un binario per il raccordo al costruendo porto. E tale binario avrebbe servito benissimo per un porto pensile a Porta Milano, che invece si è già visto dover escludere.

Avendo situato il porto a valle di Porta Garibaldi, un tale raccordo colla stazione di Porta Milano sarebbe assai difficile, trattandosi di superare un dislivello di oltre 17 metri in località ristretta per l'esistenza di case e del Naviglio, e con punti altimetrici obbligati per l'attraversamento di strade e ferrovia.

Donde la necessità di valersi del binario assai più depresso formante la linea Pavia-Cremona. È bensì vero che allora i treni provenienti o diretti

al porto dovranno portarsi fin quasi alla stazione viaggiatori di Pavia per poi avere un doppio regresso per l'introduzione nel parco ferroviario; ma ciò non può certo costituire un ostacolo, tanto più che questa prima tratta della linea Pavia-Cremona è a doppio binario.

Ciò premesso, e considerando che il distacco del binario di raccordo al porto non può avere luogo che nel tratto di linea Pavia-Cremona compresa tra lo sbocco della galleria presso Porta Cairoli ed il Naviglio, due soluzioni si presentano possibili, secondo che si voglia accedere al nuovo porto alla destra od alla sinistra del Naviglio stesso.

Colla prima soluzione (destra) il binario può distaccarsi subito allo sbocco della galleria succitata, trovando poi località comoda per il suo sviluppo planimetrico ed altimetrico; unico punto obbligato l'attraversamento della strada provinciale presso Porta Garibaldi. La lunghezza disponibile ed i dislivelli da superare sono tali da permettere, con pendenza costante del 12 per mille, di sottopassare la suddetta strada con un manufatto che rispetti le dimensioni della sagoma normale, raggiungendo il porto alla quota 63,21 stabilita per le banchine.

PROVINCIA DI TORINO

La seconda soluzione (sinistra) pur offrendo località comoda per lo sviluppo planimetrico, ha parecchi punti obbligati per gli attraversamenti del Naviglio, delle strade alla polveriera ed al cimitero, e della strada provinciale. Donde la necessità di limitare l'inizio del raccordo soltanto in prossimità della stazione di Porta Garibaldi, a circa 600 metri dallo sbocco della galleria, avendosi una lunghezza minore, e risultando di conseguenza una pendenza maggiore (del 12, 16 e 18 per mille). Tali pendenze non sono certo eccessive per una linea che non è di grande transito, tanto più quando si pensi che nei porti ben più grandiosi ed importanti di Genova e Spezia le pendenze variano pure dall'11 al 18 per mille.

Ad ogni modo, in relazione anche allo sviluppo graduale che s'intende proporre per il porto, si è scelta la prima soluzione, che già era stata preconizzata nel 1909 dall'egregio ing. Siro Dell'Acqua (1).

---

(1) Relazione al Comitato Provinciale di Pavia di Navigazione Interna — 4 dicembre 1909.

Si vedrà poi, nella descrizione del progetto, come possa in avvenire essere conveniente di adottare anche la seconda soluzione, per ottenere un anello ferroviario chiuso, che permetterebbe anche il transito dei treni sempre in uno stesso senso, con grande vantaggio quindi del loro movimento e del traffico.

VII.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEL PORTO

Per ragioni evidenti di traffico e di probabile suo aumento, per ragioni di opportunità di dar tempo al formarsi delle linee di navigazione nella Valle Padana, e quindi al concretarsi e definirsi delle questioni relative ai tiranti d'acqua, alle dimensioni dei natanti ed al loro tonnellaggio, si è studiata la possibilità di una esecuzione graduale del porto. Le condizioni locali permettono bene una esecuzione in tre periodi di tempo; le opere relative vennero già implicitamente indicate nelle ricerche che formarono finora oggetto della presente relazione. Ora si procede ad una sommaria descrizione.

A. — Primo periodo di esecuzione

Le opere previste sono essenzialmente il *binario di raccordo* a destra Naviglio ed il *molo di approdo* in Ticino, con altri accessorii più o meno necessarii.

Il *binario* si distacca dalla ferrovia Pavia-Cremona (che è ad un solo binario, ma con sede per doppio binario, e tale vien lasciata) allo sbocco della galleria sotto le mura della città presso Porta Cairoli, dove il piano

del ferro è alla quota 74,31. Ivi, per la sorveglianza e manovra dello scambio e delle segnalazioni, è previsto un casello per sede stabile di un guardiano.

Subito dopo lo scambio comincia la discesa fino a Porta Garibaldi, con livelletta unica a pendenza del 12 per mille, raggiungendosi così, dopo 925 metri, la quota 63,21.

Per 585 metri il binario è addossato a sinistra all' argine della ferrovia Pavia-Cremona, mentre alla destra trovasi una roggia (scaricatore del Naviglio) che dovrà essere in parte deviata.

Per la residua lunghezza, la sede stradale trovasi in trincea, ivi formando una curva con raggio di 300 metri.

Si è adottata la solita sezione normale per linee ad un binario con piattaforma stradale di m. 5,50; massicciata di spessore 0,50; cunette laterali, dove necessarie, di 90 cm.; scarpata del rilevato e della trincea di 1,50 per 1. Analoghe dimensioni vennero tenute per rispettare l'eventuale secondo binario della Pavia-Cremona.

Ultimata la tratta in pendenza di cui sopra, e raggiunta la quota 63,21 in corrispondenza a Porta Garibaldi, il binario trovasi in posizione da sottopassare la strada provinciale, essendo questa alla quota 68,59 con un dislivello quindi di m. 5,38, dei quali m. 0,75 sono occupati dalla massicciata e struttura portante, residuando uno spazio libero di m. 4,63, con un margine di 18 cm. sulla dimensione di m. 4,45 prescritta dalla sagoma normale. (Effettivamente da una parte quel margine è di soli 7 cm. per essere il binario ancora in pendenza). Sarà però anche possibile ottenere uno spazio maggiore, rialzando di 20-25 cm. il piano della strada provinciale.

Questo sottopassaggio, che è obliquo, colla luce normale prescritta di m. 4,50, venne progettato con impalcatura in cemento armato mediante sei travi e soletta.

Siccome poi in questo punto la strada provinciale è già sottopassata dalla Roggia (scaricatore del Naviglio), così si è provveduto anche alla sua continuità mediante lo stesso manufatto della ferrovia, situando cioè la detta Roggia al di sotto del binario, il quale pertanto dovrà essere sostenuto da opportuna impalcatura in cemento armato; questa anzi si prolunga per 135 metri a valle del ponte, essendovi qui uno spazio ristretto tra la nuova strada di circonvallazione e l'officina Gaz. Ciò nonostante non si

potrà evitare uno spostamento del muro di cinta di questa officina, onde permettere il raccordo ferroviario ai bacini del porto pensile di cui al secondo periodo di esecuzione.

Si osserva poi che il pelo d'acqua di questa roggia è variabile a norma dell'invaso fatto da una piccola chiusa per derivare l'acqua a scopo di irrigazione; nel disegno è indicato il pelo d'acqua minimo; il massimo però non arriva a toccare l'impalcatura portante il binario.

Oltrepassato il manufatto di Porta Garibaldi e la tombinatura della Roggia, il binario procede orizzontale, parallelamente alla Roggia stessa ed alla nuova strada di circonvallazione, e tale si mantiene fino in prossimità del fiume, dove, con curva di 163 metri di raggio, si dispone ad esso parallelo, formando un fascio di tre binarii disposti sul molo o banchina di approdo.

Questo *molo* è progettato con struttura in cemento armato, tipo che non venne forse finora applicato come approdo di sponda, mentre invece ebbe già larga applicazione come approdo protendentesi in mare.

Trattasi di una serie di file di pali in cemento armato da infiggere nell'alveo del fiume coi noti sistemi di cui la tecnica moderna dispone, con profondità variabili a seconda della consistenza del terreno, collegati tra loro a diverse altezze da travi orizzontali, ed alla sommità da travi e solette formanti il piano stradale e la sede dei binarii per lo scarico.

Al di sotto di questa ossatura in cemento armato, l'acqua del fiume può elevarsi, lambendo ancora la scarpata naturale dell'alveo, che non viene variata dal suo stato attuale.

Il vantaggio di una simile struttura, rispetto a quella solita a muraglioni e riempimento posteriore di terra, è specialmente economico. Un muraglione infatti, che risulterebbe dell'altezza di 9 metri circa fuori fondazione, soggetto o alla spinta dell'acqua od alla controspinta del terreno, richiede una sezione di muratura considerevole, una base assai larga ed una fondazione da eseguire in condizioni assai difficili per la presenza dell'acqua (o con ture, importanti prosciugamenti e palificate o con aria compressa), senza contare l'eventualità di cedimenti per non sufficiente resistenza del terreno, come capita purtroppo sovente, e come si è verificato nel muraglione del Porto di Mantova.

La struttura in cemento armato invece, oltre non temere per la sua esecuzione la presenza dell'acqua, è suscettibile di calcoli ed esperienze che dieno una certa garanzia di stabilità.

Infatti la Ditta Odorico, specialista in cemento armato, che ha studiato questo progetto, ha calcolato il peso che ogni palo può sopportare in base al rifiuto ottenuto con mazza di determinato peso, come si fa solitamente per i pali in legno. Si tratterà quindi di infiggere pali di maggiore o minore lunghezza fino ad ottenere quel rifiuto; ma allora si potrà fidarsi che i pali possano sopportare il peso superiore, peso che la Ditta Odorico ha valutato in kg. 5000 per metro quadrato, trasformando cioè i carichi statici e dinamici dovuti ai treni ferroviarii, in un equivalente uniformemente distribuito.

Il molo in cemento è progettato con lunghezza di 210 metri, dal punto ove finiscono le mura della città a quello ove si trova il cantiere Rizzi, cioè nella tratta a sponda non sistemata; rimarrebbe ancora quindi disponibile uno spazio di quasi altrettanta lunghezza per arrivare fino alla punta del confluente, che potrebbe pure essere sistemato con banchina alla stessa quota delle precedenti. Sembra invece più conveniente lasciarlo nello stato attuale, essendovi già dei magazzeni, una sponda sistemata per approdo, ed un piazzale, il tutto assai adatto per lo scarico di ghiaia o sabbia da trasportarsi con carri in località vicine.

L'approdo delle barche è completato con una tettoja di 50 × 12, e con un piazzale parallelo al fascio di binarii e quindi con una lunghezza di 200 metri e larghezza di 30 metri. Questo piazzale di mq. 6000 circa è naturalmente accessibile anche ai carri ordinarii, mediante una rampa che si distacca dalla nuova strada di circonvallazione, ed attraversa con apposito ponte la Roggia (scaricatore del Naviglio). Un altro accesso potrebbe anche farsi, per quanto non indicato in disegno, con una piccola rampa verso l'alzaia destra del bacino del confluente; ma essa sarebbe poi destinata a scomparire coll'esecuzione del porto pensile di cui al secondo periodo.

Per i servizii di scarico del porto occorreranno alcune piccole gru a mano girevoli su carrello.

B. — Secondo periodo di esecuzione

Rimane naturalmente, colla sua completa utilizzazione, quanto formava oggetto del primo periodo, coll'aggiunta di una parte del *porto pensile* (a destra bacino del confluente), dei relativi binarii di raccordo e di una nuova conca.

L'attuale bacino superiore del confluente è lungo 500 metri e largo 29; per un tratta di 230 metri esso viene allargato sulla destra a m. 45 complessivamente. Dalla nuova sponda così formata si distaccano due bacini con direzione obliqua, tale da permettere opportuni raccordi dei binarii con quello principale di cui al primo periodo. Hanno lunghezza di m. 140 e 185 rispettivamente, larghezza di m. 30, profondità d'acqua di m. 2,50.

Le sponde sono costituite da muri a scarpa di 1/5 con un franco di m. 0,50 nel bacino verso monte, e di m. 2,00 in quello verso valle, ottenendosi così le banchine colle quote 61,71 e 63,21 rispettivamente, come è indicato al capitolo IV.

Il primo bacino (a monte) ha una banchina di m. 125, e l'altra di m. 158 destinate allo scarico a livello e quindi a mano, la prima su carri ordinarii, la seconda anche su vagoni; per questa poi è possibile anche l'uso di una gru.

Il secondo bacino (a valle) ha banchine di m. 158 e 215, ed è destinato a scarico con sollevamento, e quindi a mezzo di gru, su carri ferroviarii; è possibile però ovunque anche l'accesso ed il transito di carri a cavallo.

I binarii di raccordo per le banchine di questi bacini si staccano dal binario principale rispettivamente a circa m. 55, 180, 235, a valle di Porta Garibaldi. Mentre il secondo ed il terzo possono procedere orizzontali fino alle due banchine del secondo bacino formando ivi dei fasci paralleli, il primo invece scende alla quota 61,71 con una pendenza del 12 per mille.

Tutto il terreno situato fra il secondo bacino ed il molo di approdo in Ticino, viene sistemato in un unico piazzale alla quota 63,21; analogamente dicasi per lo spazio compreso fra il primo ed il secondo bacino, salvo

che qui la differenza di livello delle banchine obbliga a dividere il piazzale in due parti con un salto di m. 1,50. Notisi che in avvenire tale salto potrebbe anche scomparire, quando la pratica e la natura del traffico indicassero come preferibile di avere tutte le banchine alla quota 63,21 o tutte alla quota 61,71.

Questi piazzali sono assai ampii, sì da permettere abbondante deposito di materiali, nonchè il passaggio di carri a cavallo, i quali possono avere accesso tanto dalla rampa distaccantesi dalla nuova strada di circonvallazione, come dall'attuale alzaia presso il Cantiere Belloni.

Sono poi progettati due magazzeni chiusi ed una tettoja (di 50 × 12) in prossimità dei fasci di binarii.

Allo scopo inoltre di evitare lo stagnamento dell'acqua nei due bacini, che sono a fondo cieco, si è pensato di utilizzare l'acqua scorrente nella Roggia (scaricatore del Naviglio), acqua che ora serve per l'irrigazione dei terreni su cui deve sorgere il porto pensile, e che quindi, col sottrarre tali terreni alla coltivazione, rimarrebbe disponibile. Quest'acqua, in prossimità di Porta Garibaldi, può essere derivata in un tubo di cemento, che segua parallelo al binario per mettere capo ai due bacini, provocando in essi un piccolo movimento, e quindi il rinnovamento dell'acqua.

Lo specchio d'acqua del porto pensile è di mq. 20.000, di cui la metà circa spetta al bacino del confluente allargato, l'altra metà ai due bacini rientranti.

Le banchine d'approdo utili (trascurando quindi le testate dei bacini rientranti e le sponde sinistre dell'attuale bacino del confluente perchè destinate a sparire poi coll'esecuzione del terzo periodo) hanno uno sviluppo di m. 770, di cui m. 530 serviti da binarii.

I piazzali, compreso anche lo spazio occupato dai binarii, strade di transito, magazzeni, ecc., hanno una superficie di mq. 50.000 ; una metà circa rappresenta spazio libero per deposito di materiali.

I binarii lungo le banchine d'approdo e relativi raccordi, formano uno sviluppo di m. 2700 circa.

L'attrezzatura del porto venne naturalmente prevista con maggiore abbondanza e varietà che non si sia fatto nel primo periodo, dovendosi

supporre che le opere di questo secondo periodo si eseguiscano in seguito al felice verificarsi di un incremento del traffico.

Si avranno quindi:

a) *N.* 6 *piccole gru girevoli*, montate su carro semplice scorrenti su binario, con sollevamento a mano od elettrico, portata tonn. 1,5, e sbraccio m. 5 aumentabile a m. 6, quando la portata si riduca ad una tonnellata. Per ogni gru elettrica si richiede una forza di 10 HP circa;

b) *N.* 1 *gru girevole fissa*, su fondazione in muratura con motori elettrici indipendenti per il sollevamento e la rotazione, della forza complessiva di 30 HP, con sbraccio di m. 7, portata di 7 tonnellate. È destinata ad eventuale carico o scarico di materiale assai pesante (blocchi di pietra, pezzi di macchine, ecc.), e naturalmente una sola sarà sufficiente per tutto il porto, sia del primo, che del secondo, che del terzo periodo;

c) *N.* 1 *gru su carrello tipo elevato ad arco* per sottopassaggio dei carri ferroviarii, con motori elettrici indipendenti per sollevamento e rotazione, della forza complessiva di 15 HP, essendo invece a mano la traslazione sull'apposito binario di 4 metri di scartamento. Portata tonn. 2,5, sbraccio m. 11;

d) *N.* 1 *argano elettrico*, scorrevole su binario fisso. Trattasi di una trave situata ad 8 metri circa dal suolo, e protendentesi da una parte sopra lo specchio d'acqua, mentre dall'altra entra nel magazzeno, con lunghezza totale di m. 37. Su essa scorre un carrello con cabina di manovra e gancio di sollevamento. I movimenti sono elettrici con una forza complessiva di 8 HP. Portata tonnellate 1,5.

In tal modo i materiali presi dalla barca, sorpassando i binarii ed i vagoni, sono portati direttamente ai magazzeni; al quale scopo le benne o ceste da calare nelle barche per il carico possono essere predisposte con ruote, per diventare carrelli nel magazzeno. Ma naturalmente può servire anche per il carico diretto sui vagoni. Analogo sistema funziona bene nel porto di Mantova.

Rimane infine a parlare della *nuova conca*, che è parte essenziale del porto pensile. Le sue dimensioni vennero fissate in relazione al natante di 38 × 5,80 × 1,60 di cui al capitolo V; epperò essa ha lunghezza utile di m. 42,50; larghezza di m. 6,50 alla base, m. 7,50 in sommità e quindi me-

tri 6,72 al livello d'acqua minimo; tirante di m. 2.00; salvo ben inteso le eventuali modificazioni che si rendessero necessarie prima della costruzione, come è detto allo stesso capitolo V.

Circa la posizione, si è preferito scegliere quella in fianco all'attuale conca, sembrando troppo azzardato l'andarsi a mettere entro il bacino formante braccio del fiume stesso; non si è esitato invece, per semplicità ed economia, a costruire una sola conca, non mancando esempio di conche di pari altezza.

In minima magra il dislivello da superare è di m. 5,20 (tra 0,60 e 5,80 dell'idrometro); esso va man mano riducendosi coll'elevarsi delle acque del fiume, fino ad annullarsi in piena.

Con 2 metri di tirante d'acqua e 2 metri di franco per raggiungere la quota del porto di 63,21, si arriva a muri di m. 9,20 d'altezza, la cui sezione venne calcolata colla condizione di avere sempre la risultante entro il terzo medio, tanto nel caso di conca piena (in cui agiscono spinta dell'acqua e controspinta del terreno), quanto nel caso più sfavorevole di conca vuota, ed anzi completamente vuota a mezzo prosciugamenti per riparazioni (nel qual caso agisce solo la controspinta del terreno).

La fondazione è progettata doversi eseguire ad aria compressa, mediante 4 cassoni delle dimensioni di 18,90 × 15,75 × 2,50, che la perfezione della tecnica moderna permette di porre in opera bene e di collegare fra loro.

La spesa rilevante di una fondazione pneumatica è necessaria per evitare le difficoltà, i pericoli e l'alea di spesa di una fondazione ordinaria, data la enorme quantità d'acqua che si incontrerebbe inevitabilmente negli scavi, la qualità del terreno costituito da sabbia fina, che creò già forti difficoltà ai costruttori dell'attuale conca ed a coloro che in seguito dovettero farvi riparazioni, e data anche la vicinanza della conca esistente, sotto al piano della quale si dovrebbe scendere parecchio.

Non è escluso però potersi adottare un sistema intermedio di piccoli cassoni da affondare per peso, mediante escavo ordinario del nucleo centrale; il sistema cioè che serve per la costruzione dei pozzi.

Per la manovra della conca si hanno le portine in legno alte m. 4,40 ed i portoni, con altezza di m. 9, da costruirsi pure in legno, ma con tra-

vature assai robuste, od altrimenti in ferro. Data la rilevante altezza e quindi la forte spinta esercitata contro i portoni a conca piena, e quando il fiume è in magra, essi poggiano, oltre che contro una capriata di base, anche contro una di sommità; questa però può sussistere solo fin che il pelo d'acqua arrivi all'altezza di m. 3 dell'idrometro (cioè m. 2,40 sul minimo), dopo di che essa sarebbe di ostacolo al passaggio delle barche che richiedono un'altezza libera di m. 3,50; ma a tale altezza d'acqua, essendovi una controspinta da valle, i portoni risultano meno sollecitati, ond'è che si può togliere la capriata superiore, che, per tale scopo appunto, venne progettata mobile.

Per il riempimento della conca vi sono, in fianco alla camera delle portine, 2 valvole cilindriche a sollevamento verticale, donde l'acqua passa in due cunicoli laterali praticati nel corpo stesso del muro, dai quali, mediante 5 bocche per parte, viene introdotta nella conca ; con tale ripartizione si ottiene una maggior rapidità di riempimento, senza provocare movimenti dannosi alle barche. Non si è creduto il caso di applicare bacini di risparmio per non accrescere il costo già rilevante della conca, e perchè si può far conto di disporre di una quantità d'acqua sufficiente.

Per il vuotamento servono pure due valvole analoghe alle precedenti situate in fianco alla camera dei portoni, e scaricanti a valle del fiume.

Si noti infine che col progetto studiato per la nuova conca, rimane intatta l' attuale, che solo dovrà avere un rialzo di muri. Essa pertanto potrà servire ancora, sia durante la costruzione della nuova, sia anche in seguito per le barche di minori dimensioni, quando si pensi che il tirante d'acqua a queste necessario (1-1,50) manca solo per circa tre mesi all'anno; si otterrà d'altra parte il vantaggio di un minor spreco di acqua.

C. — Terzo periodo di esecuzione

È un ingrandimento del porto pensile di cui al secondo periodo, con ripetizione dei due bacini sulla sinistra; essi però hanno maggiori ampiezze, e cioè lunghezza di m. 165 e m. 253 rispettivamente, larghezza di m. 34 e m. 39, tirante di m. 2,50.

Circa l'altimetria delle sponde e dei piazzali, la destinazione delle banchine e la disposizione dei binarii, vale quanto già si è detto per i due bacini di destra, essendovi su ciò, come per la forma planimetrica, completa simmetria. Analoga è pure l'attrezzatura del porto a mezzo di N. 10 gru, magazzeni e tettoje.

Lo specchio d'acqua del porto pensile, con questo ingrandimento aumenta di altri mq. 20.000.

Le banchine di approdo utili hanno un ulteriore sviluppo di m. 950, di cui m. 680 serviti da binarii.

I binarii pure formano un nuovo sviluppo di 3550 metri.

I piazzali relativi a questa parte del porto in sponda sinistra hanno una superficie di mq. 46.000; deducendo la parte occupata dai binarii, strade, magazzeni, ecc., rimane uno spazio di mq. 25.000 per depositi. Questi piazzali sono inferiori a quelli del secondo periodo, ma si possono aumentare a piacere collo spostare il binario e la strada che li circonda verso sud.

Il binario principale di allacciamento è ancora quello del primo e secondo periodo, prolungato in modo da sovrappassare la conca e spingersi fin contro la strada provinciale tra la Chiesa di S. Teresa e lo stabilimento per la seta artificiale, donde poi i vagoni dovrebbero andare alle banchine mediante regresso.

Questo binario principale poi, come già si accennò al capitolo VI, è disposto in modo da potere essere eventualmente prolungato ed allacciato nuovamente alla ferrovia Pavia-Cremona. In tal caso questo allacciamento, che risulterebbe con pendenza dell'11 al 18 per mille, potrebbe servire per i treni in discesa al porto, mentre quelli in ascesa seguirebbero la via a più dolce pendenza del raccordo descritto nel primo periodo. Ma potrebbe anche lo stesso binario essere prolungato verso l'abitato di San Pietro in Verzolo, ove un maggior sviluppo di traffici richiedesse un ulteriore allungamento dei bacini.

Ad ogni modo il ponte sopra la conca deve essere costruito e naturalmente mobile per il passaggio delle barche.

Svariatissimi sono i tipi di ponti mobili, e cioè: girevoli, a mensola, a sollevamento. Si è creduto opportuno adottare un tipo a sollevamento

che figura già qui vicino, e cioè a San Cristoforo sul Naviglio Grande, ponte che venne progettato ed eseguito dalla Ditta Nathan, Uboldi e C.

Questo ponte da costruire sulla conca, destinato tanto per il passaggio di treni come per quello di carri provenienti dalla strada alzaia del Ticino, sebbene per la continuità di essa siasi provveduto con uno speciale raccordo, ha una luce di m. 11.00 circa; il piano stradale è alla stessa quota (63,21) del ciglio muri della conca, e quindi l'appoggio della travata è in una incassatura dei muri stessi. Il sollevamento del ponte è di m. 3,60 onde permettere il passaggio di barche non solo nel caso di livello normale delle acque (61,21), ma anche quando in piena esse si elevassero di m. 1,50; quando invece arrivassero al ciglio muri, cominciando quindi l'allagamento dei binarii, lo spazio libero per la barca sarebbe ridotto a m. 3; ma prima del verificarsi di questo livello, che è assai raro (1 anno su 24) si può ritenere che sia sospesa la navigazione nel fiume.

Il sollevamento del ponte ha luogo a mezzo di catene, bilanciate da contrappesi e comandate, col sussidio di pulegge ed ingranaggi, da motori elettrici.

Poichè in via ordinaria, e specialmente con passaggio intenso di barche, il ponte deve rimanere nella posizione elevata, così si è aggiunta una passerella pedonale in ferro con opportune scale di accesso, che servirà benissimo quale comunicazione a servizio del porto, ed altresì per la continuità della strada alzaia del Ticino.

Non si è progettato un analogo ponte sopra la conca attuale; esso però si renderà necessario (nè d'altronde graverebbe troppo per il suo costo) quando detta conca venisse mantenuta anche in seguito per le barche minori.

VIII.

PREVENTIVO SOMMARIO DI SPESA

A. — Primo periodo di esecuzione

(raccordo ferroviario e molo in Ticino):

1. Espropriazioni	L.	70.000
2. Lavori in terra e murature per il raccordo ferrov.	»	48.000
3. Manufatto di Porta Garibaldi (sottopassaggio Strada e tombinatura Roggia)	»	88.000
4. Armamento ferroviario ed accessorii . . .	»	70.000
5. Molo d'approdo lungo il Ticino	»	210.000
6. Opere diverse: casello ferroviario, tettoja, piazzali e strade, N. 4 piccole gru	»	40.000
7. Imprevisti, spese generali e diverse; circa il 20%	»	104.000
		630.000

B. — Secondo periodo di esecuzione

(aggiunta di porto pensile a destra):

1. Espropriazioni	L.	120.000
2. Lavori in terra e muratura per costruzione porto pensile	»	213.000
3. Armamento ferroviario ed accessori	»	100.000
4. Opere complementari (magazzeni, tettoja, sistemazione strade e piazzali, tubazioni d'acqua)	»	38.000
5. Servizii del porto (N. 9 gru, linea elettrica, ecc.)	»	134.000
6. Nuova conca al confluente	»	420.000
7. Imprevisti, spese generali e diverse, circa il 20%	»	205.000
		1.230.000
Da riportare . . .	L.	1.860.000

terzo. Le gru invece che figurano nel preventivo (N. 4, N. 13 e N. 23) sono sufficienti per scaricare meno della metà delle barche che possono stare contemporaneamente agli approdi ; ora, supponendo che per le altre barche si possa provvedere con scarico a mano, tenendo conto del fatto che sarà impossibile avere tutti gli approdi costantemente occupati, sicchè ne deriveranno inevitabili perditempi maggiori di quelli sopra previsti, si viene a concludere che una valutazione del traffico può essere fatta solo per apprezzamenti personali, che qui conducono a fissarlo nella cifra di 1,3-1,5 milioni di tonnellate annue, a completo sviluppo del porto.

E poichè la maggior parte di questo traffico e precisamente i 9/10, in relazione allo sviluppo di banchina (1720 metri su un totale di 1930), sono dovuti al porto pensile, il cui accesso è vincolato alla conca, occorre anche esaminare la potenzialità di questa, cioè il numero di barche che è possibile farvi passare.

Date le dimensioni della conca ed il massimo dislivello d'acqua in magra, risulta per ogni concata un volume di oltre mc. 1500; volume però che si può ridurre a mc. 1200, quando si osservi che il livello d'acqua minimo si verifica per meno di un mese in anno medio, mentre mediamente il livello è tra 1,50 e 2 dell'idrometro.

Supponendo disponibile dal Naviglio di Pavia 1 metro cubo al 1" (effettivamente tale quantità è maggiore) (1), per ogni concata si richiederà un tempo di 20 minuti, che, coi perditempi di manovra porte e passaggio barche, sale a mezz'ora circa. Onde in un anno (di 300 giorni da 10 ore ognuno) sarà possibile eseguire 6000 concate.

Non è a credere però che a tale numero di concate debba corrispondere un traffico di 6000 $\times$ 300 $=$ 1.800.000 tonnellate, perchè non tutte le barche saranno cariche od almeno lo saranno quelle in ascesa, e parte di quelle in discesa, e perchè la conca dovrà servire anche al transito delle barche dirette a Milano per il Naviglio di Pavia.

Ad ogni modo, anche nell'ipotesi di una forte riduzione per queste

---

(1) Comitato locale di Milano per la Navigazione Interna. Sotto-Commissione pel Naviglio di Pavia. Relazione 1907.

cause, si capisce subito come la conca debba essere capace di dare al porto pensile il traffico sopra previsto (9/10 di 1,3-1,5 milioni di tonnellate) perchè sarà possibile, sia calcolare sopra un volume d'acqua superiore ad un metro cubo al 1", sia aumentare il numero di ore lavorative.

Si noti poi che per le epoche di acqua scarsa e specialmente quando essa manchi per asciutta del Naviglio, si potrà provvedere al servizio della conca valendosi della Roggia Vernaola che ha origine a S. Genesio dallo scaricatore di Roggia Carona, e raccoglie nel suo corso acque freatiche (1). Occorrerebbe naturalmente intendersi cogli utenti di essa, in ispecie coi molini presso S. Pietro in Verzolo.

Ma sarà poi possibile avere nel porto tante merci per il suesposto complessivo tonnellaggio? È ben difficile rispondere. Ma certo non si può essere accusati di scetticismo nel dire che molto tempo ancora dovrà passare prima di raggiungere un traffico superiore al milione di tonnellate, quando si osservi, come è indicato nelle statistiche della Camera di Commercio, che la stazione di Pavia ha un movimento annuo di 170-200 mila tonnellate per merci a piccola velocità, e che tutte le stazioni della provincia di Pavia hanno insieme un movimento annuo di mezzo milione di tonnellate.

Fu quindi assai opportuna la suddivisione esecutiva del porto in diversi periodi, di cui il primo, capace di 150-200 mila tonnellate, dovrà servire, dirò così, di prova sulla possibilità di avviare per via d'acqua un traffico maggiore di quello oggi esistente sulle ferrovie vicine.

---

(1) CAMPARI: *Notizie sulla Roggia Vernaola* — Pavia, 1896.

X.

CONCLUSIONI

Riassumiamo brevemente i risultati dello studio esposto nella presente relazione.

Il porto di Pavia è progettato in parte lungo il fiume ed in parte pensile presso il bacino superiore del confluente, ciò che permette l'esecuzione in tre periodi di tempo.

Primo Periodo: Raccordo ferroviario e molo d'approdo in Ticino per scarico con gru, restando le attuali banchine per scarico a mano.

Secondo Periodo: Aggiunta di parte del porto pensile mediante due bacini a destra Naviglio, binarii di raccordo, piazzali, magazzeni, gru, e costruzione di una nuova conca.

Terzo Periodo: Aggiunta della residua parte di porto pensile mediante due altri bacini a sinistra.

Il porto è previsto per natanti di 300 tonnellate ed in relazione ad essi venne progettata la conca con lunghezza di m. 42,50, larghezza di m. 6,50-7,50, tirante minimo di m. 2,00.

Siccome però può sembrar illusorio avere un porto per barche da 300 tonnellate in un punto dove faranno capo tre linee navigabili : la Venezia-Pavia, dove si spera per l'ultima tratta avere le 300 tonnellate, la Pavia-Milano che è progettata per 150 tonnellate e la Torino-Pavia dove desiderata e progetti sono per le 600 tonnellate, così è bene ripetere che tutto il porto è previsto con ampiezza per ogni eventuale futuro ingrandimento; è solo la conca che potrebbe ostacolare un aumento di potenzialità dei natanti, epperò è naturale che questa, prima della sua costruzione, che non sarà certo immediata, debba venire modificata in relazione al tipo di natante che sarà in seguito definitivamente fissato per le suddette vie navigabili facenti capo a Pavia.

Le tettoje ed i magazzeni vennero situati più alti della massima piena conosciuta; la maggior parte delle banchine d'approdo, binarii e piazzali, può essere allagata dalle piene soltanto una volta ogni 24 anni, con durata media di giorni 1,5 per piena; una parte minore destinata allo scarico a mano può essere allagata una volta ogni 5 anni, con durata media di giorni 4,3 per piena.

Nella seguente tabella sono riassunti i dati più importanti del progetto:

	I PERIODO Raccordo ferroviario e molo d'approdo in Ticino.	II PERIODO Opere di cui al I periodo con aggiunta di porto pensile a destra del bacino del confluente.	III PERIODO Opere precedenti con aggiunta di porto pensile a sinistra del confluente.
Specchio d'acqua. . mq.	— —	20.000	40.000
Banchine d'approdo ml.	400	980	1.930
Banchine d'approdo servite da binarii ml.	210	740	1.420
Binarii compreso il raccordo principale ml.	2.130	4.850	8.400
Piazzali utili per depositi . . . mq.	6.000	25.000	50.000
Magazzeni e tettoie mq.	600	2.400	6.000
Costo complessivo . L.	630.000	1.860.000	2.800.000
Costo unitario per ml. di banchina d'approdo . . . L.	3.000	1.900	1.450
Gru . . . . . N.	4	13	23
Traffico annuo probabile corrispondente alle gru e ad una parte di scarico a mano	T. 150-200 mila	650-750 mila	1,3-1,5 milioni

Con questi elementi, chiunque potrà giudicare della potenzialità del porto progettato, e chi ha pratica di porti esteri, potrà fare confronti interessanti, ma potrà anche trovare che non si è previsto tutto quanto è necessario per il completo funzionamento di un porto.

Giova dunque qui avvertire come il progetto, che nel suo complesso è di massima, è bensì studiato con qualche maggiore dettaglio per quanto

riguarda il primo periodo e specialmente il raccordo ferroviario, ma è invece un solo *abbozzo di progetto* per quanto riguarda il secondo e sovratutto il terzo periodo.

Ed infatti, in un progetto definitivo molte cose già progettate si dovranno definire, e molte nuove si dovranno progettare.

Oltre alla questione dei natanti e quindi della conca, occorre stabilire la posizione reciproca delle banchine, se cioè lasciarle a due quote diverse, o portarle tutte alla quota più elevata.

Occorre studiare la posizione per un parco vagoni, per un arsenale di costruzione e riparazione natanti, con piani inclinati ed eventualmente bacini di carenaggio; occorre anche suddividere i piazzali secondo la destinazione delle merci da depositare, prevedere spazii da affittare per i detti depositi, ecc.; ed in relazione a tutto ciò eventualmente ingrandire ancora più i piazzali, non essendovi a questi limitazione dalla parte sinistra del bacino del confluente.

Ma tali questioni sono poi sempre collegate con quella del traffico, e non solo in relazione alla quantità, ma anche alla qualità; e cioè quali generi di merci faranno scalo a Pavia?

Per quanto le previsioni sieno azzardate, però non si è certo in errore nel prevedere fra le merci principali i materiali da costruzione (sovratutto ghiaia e sabbia), i carboni e legnami, le granaglie (a Mantova tali merci rappresentano rispettivamente il 69, il 21, il 5% del movimento totale del porto).

Ed infine in relazione al traffico ed alla sua natura si potrebbe fare altresì un preventivo di esercizio del porto ed un programma per la sua sistemazione economica.

Ma ciò sconfinerebbe non solo dalla competenza dello scrivente, ma anche dallo scopo del presente studio che è principalmente tecnico.

Basti per ora aver preparato un abbozzo di progetto del porto; si dia mano alla esecuzione della prima parte, che richiede una spesa di circa 600.000 lire, ed anche solo di mezzo milione quando si riduca alquanto la lunghezza della banchina d'approdo nel fiume.

Durante l'esercizio di questa prima parte del porto andranno concretandosi le linee navigabili facenti capo a Pavia, e la potenzialità dei natanti

ad esse destinati, si studieranno meglio tutti i problemi tecnici che hanno attinenza collo sviluppo futuro, si studierà lo svolgersi del traffico ed i suoi bisogni, ed in relazione a ciò si potrà venire ad un progetto completo per la seconda parte del porto, o per quell'ingrandimento che comunque si riterrà opportuno di fare.

Ma, ripeto ancora, bisogna *far subito qualche cosa*, bisogna uscire dal campo poetico dei progetti, se si vuole che il motto fatidico *navigare necesse* diventi una realtà; mi auguro quindi che la città di Pavia possa in tal modo, in quest'epoca di feste nazionali, segnare un primo passo concreto per lo sviluppo della navigazione interna, e sarà allora lusinghiero per me l'aver portato per tale sviluppo il mio modesto contributo.

Ing. Darvino Salmojraghi.

Milano, 31 Maggio 1911.

AMM. PROV. DI TORINO
№ 15929
BIBLIOTECA
116201

INDICE DEI CAPITOLI

I..... — Premesse . . . . . *Pag.* 15

II.... — Idrometria del Ticino al Confluente . . . . . » 17

III.. — Ubicazione del Porto . . . . . » 20

IV... — Altimetria delle banchine del Porto . . . . . » 22

V..... — Natanti . . . . . » 24

VI... — Raccordo ferroviario . . . . . » 28

VII. — Descrizione del progetto del Porto . . . . . » 30

a) Primo periodo di esecuzione . . . . . » *ivi*

b) Secondo » » » . . . . . » 34

c) Terzo » » » . . . . . » 38

VIII — Preventivo sommario di spesa . . . . . » 41

IX... — Traffico possibile col Porto progettato . . . . . » 43

X.... — Conclusioni . . . . . » 46